

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД

Р. В. ДЕРКАЧ,

*Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет
(г. Харьков, Украина)*

E-mail: rp@khadi.kharkov.ua

При моделировании напряженно-деформированного состояния (НДС) конструкции дорожной одежды используют аналитические и численные методы. Термин «аналитические методы» подразумевает получение итогового результата в так называемом «замкнутом виде», то есть в виде относительно простого выражения – математической формулы. Численные методы предполагают формулировку в виде краевой задачи для дифференциальных уравнений с граничными и, при необходимости, начальными условиями, либо в виде интегрального уравнения. К численным методам относятся: метод конечных разностей и его разновидности, метод граничных интегральных уравнений, метод граничных элементов, метод конечных элементов и появляющиеся в последнее время их модификации и комбинации.

Аналитические методы к настоящему моменту позволили получить решение лишь ограниченного количества простейших модельных задач, в то время как численные методы практически не ограничены ни формой тел, ни видом и особенностями распределения нагрузки. Численные методы предполагают преобразование математической постановки задачи к виду, удобному для проведения вычислений на ЭВМ. Наиболее удобным для проведения прочностных расчетов является метод конечных элементов (МКЭ).

Основной задачей проводимых нами исследований является оценка НДС дорожной одежды и влияние подповерхностных трещин на ее работоспособность. Для решения поставленной задачи в основном исследуется объект, разбитый на элементы с общими узловыми точками (в трехмерном случае – элементарных объемов) свойства материала которых совпадают со свойствами материала тела в данной области. С математической точки зрения это означает, что непрерывная величина (распределение массы, плотность, напряжение и т.д.) заменяется ее кусочно-непрерывной аппроксимацией. Тогда конструкция является набором элементов, соединённых в конечном числе точек (узлов). Известные соотношения теории упругости между силами и перемещениями для каждого элемента позволяют описать свойства и поведение всей конструкции. Математически это означает поиск решения краевой задачи как набора функций, определённых на конечных

элементах.

На основе принципа минимума потенциальной энергии поле перемещений узлов конечно-элементной сетки, удовлетворяющее уравнениям равновесия и совместимости для двумерной задачи упругости, минимизирует функционал, заданный уравнением:

$$\chi = \int_V \frac{1}{2} \{\varepsilon\}^T \{Q\} dV - \int_V \{\delta\}^T \{Q\} dV - \int_V \{\delta\}^T \{P\} dS \quad (1)$$

Векторы деформации и напряжений определяются матрицами:

$$[K_e] \{\delta\} = \{F\}, \quad (2)$$

где $\{F\}$ – вектор узловых сил.

Это основное матричное уравнение МКЭ. Компоненты матрицы жесткости определяются координатами узлов элементов и их упругими характеристиками: модулем упругости (E) и коэффициентом Пуассона (ν).

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ВЕЛИЧИНЫ МАКСИМАЛЬНОГО УПРУГОГО ПРОГИБА ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ ОТ НАЛИЧИЯ ПОДПОВЕРХНОСТНЫХ ТРЕЩИН

Р. М. ГОРОПАШНЫЙ,

*Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет
(г. Харьков, Украина)*

E-mail: rp@khadi.kharkov.ua

В последнее время широкое распространение получили численные методы моделирования напряженно-деформированного состояния (НДС) конструкций дорожных одежд, к которым относится метод конечных элементов, примененных в исследованиях.

Основной задачей проведенных исследований являлась оценка влияния подповерхностных трещин и расстояния между ними на величину упругого прогиба конструкции дорожной одежды. Для решения поставленной задачи исследуемый объект разбивается на элементы, которые имеют общие узловые точки, свойства материала в этих точках идентичны свойствам материала тела в данной области.

Структурные части предлагаемой конечно-элементной модели: слои конструкции дорожной одежды – трехслойная модель, состоящая